Photo par Sylvia Pecota

Épuisement.

LES EFFETS DE LA CAFÉINE SUR LA PERFORMANCE COGNITIVE ET PHYSIQUE ET SUR L'ADRESSE AU TIR DURANT LES OPÉRATIONS PROLONGÉES

par Tom M. McLellan, Doug G. Bell, Harris R. Lieberman et Gary H. Kamimori

De récentes opérations militaires ont prouvé qu'il est important de maintenir les capacités opérationnelles sur de longues périodes. Dans des situations très stressantes, cela signifie que les militaires ne dorment pas suffisamment ou pas du tout. De nombreuses études montrent que le manque de sommeil nuit au rendement cognitif[1] et que le rendement cognitif et le rendement physique jouent, séparément ou ensemble, un rôle déterminant dans la réussite de l'ensemble des opérations militaires. Le rendement cognitif se dégrade si l'on dort moins de 7 heures sur 24[2]; il se stabilise à un niveau inférieur si l'on dort de 4 à 7 heures sur 24; avec moins de 4 heures de sommeil sur 24, il se dégrade progressivement et rapidement sur plusieurs jours sans qu'il y ait de stabilisation[3]. Le manque de sommeil se répercute moins sur le rendement physique[4,5], mais il a un effet négatif lorsqu'il faut régler son propre rythme ou faire des efforts pour rester motivé[6,7]. Il existe aujourd'hui des guides qui aident les commandants à gérer la fatigue cognitive durant les périodes de privation de sommeil[8], mais ils n'examinent pas en détail l'effet des stratégies d'intervention qui pourraient optimiser le rendement cognitif et physique.

Le présent article montre que le recours à la caféine pourrait constituer une stratégie d'intervention permettant d'améliorer l'efficacité des missions durant des opérations prolongées. Les auteurs décrivent les recherches effectuées par les scientifiques de la défense au Canada et aux États-Unis et présentent un programme réalisé en collaboration dans le cadre du programme de coopération technique (PCT), auquel participent l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Royaume-Uni.

LA CAFÉINE

Contenue dans nombre d'aliments courants, la caféine est un constituant alimentaire et une drogue agissant sur le comportement. Sa consommation est courante dans l'ensemble de notre société, tout comme au sein de la communauté militaire. Le café, le thé et les boissons de type cola, qui contiennent tous de la caféine, sont très répandus dans nombre de pays. Bien que le taux de caféine dans les aliments varie beaucoup, le café en contient généralement le plus, de 65 à 110 mg par tasse environ; le thé en contient une quantité intermédiaire d'environ 40 à 60 mg par tasse, et certaines boissons gazeuses ou de type cola comptent environ 40 mg par verre.

M. Tom M. McLellan, Ph. D., *et* M. Douglas G. Bell *travaillent à la Section de la médecine opérationnelle, Recherche et Développement pour la défense Canada, à Toronto.* M. Harris R. Lieberman, Ph. D., *travaille à la Division de l'hygiène alimentaire militaire de l'Institut de recherche en médecine environnementale de l'armée américaine, à Natick, MA.* M. Gary H. Kamimori, Ph. D., *travaille au Département de neurobiologie et de comportement, Division de la neuropsychiatrie du Walter Reed Army Institute of Research, à Silver Spring, MD.*

La caféine, qui traverse facilement la barrière hémato-encéphalique, semble exercer des effets sur le cerveau en modulant les récepteurs d'adénosine[9]. Ces récepteurs fonctionnels participent à la régulation de la stimulation. La caféine sert d'antagoniste aux récepteurs d'adénosine, de sorte qu'elle bloque ou réduit les effets de l'adénosine sur les neurones du cerveau où se trouvent ces récepteurs. La stimulation augmente lorsque les effets inhibiteurs de l'adénosine sont réduits.

LE RENDEMENT COGNITIF

Aux États-Unis, le comité de recherche sur la nutrition militaire[10], qui a étudié récemment l'utilisation de la caféine durant les opérations militaires, a conclu que des doses de 100 à 600 mg peuvent maintenir le rendement cognitif, surtout en cas de privation de sommeil. Son rapport s'appuie sur les recherches menées par nombre d'organismes, y compris dans plusieurs laboratoires militaires, qui montrent que la caféine améliore presque toujours la vigilance des sujets reposés et produit des effets plus généralisés sur le rendement cognitif des sujets privés de sommeil[11-15].

Les scientifiques de la défense à l'Institut de recherche en médecine environnementale de l'armée américaine (USARIEM) ont mené plusieurs études sur la caféine chez des sujets reposés et des sujets privés de sommeil. Ils ont utilisé de la caféine à dose moyenne (jusqu'à 300 mg) et ont souvent utilisé la vigilance comme paramètre fondamental afin de démontrer que les effets bénéfiques de la caféine sur le rendement cognitif étaient pertinents dans un contexte militaire. Par exemple, la vigilance de militaires non privés de sommeil travaillant devant un genre d'écran radar pendant deux heures s'est accrue après l'ingestion d'une dose modérée de caféine de 200 mg[16]. Une série d'études effectuées par Johnson et Merullo[17], au cours desquelles des militaires non privés de sommeil se servaient d'un simulateur d'adresse au tir, ont également démontré que 200 mg de caféine amélioraient la vitesse de détection des cibles sans nuire à la précision du tir au fusil, comme l'indique le tableau 1.

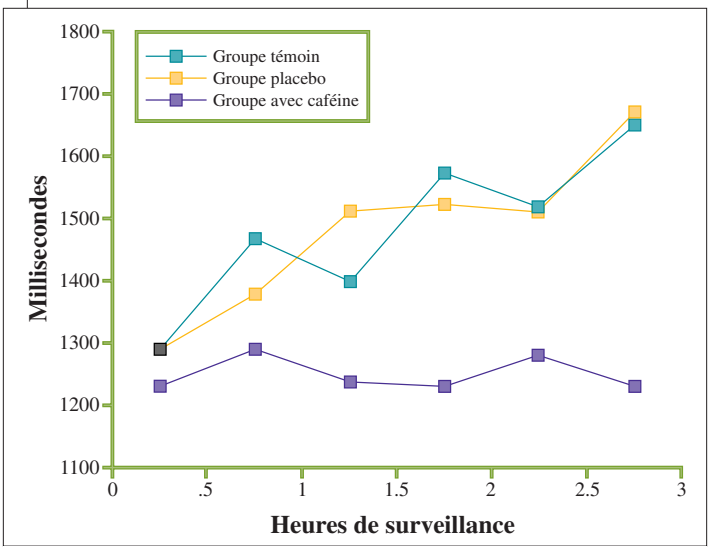

Tableau 1. Effets d'une dose de 200 mg de caféine comparés à ceux d'un groupe placebo ou d'un groupe témoin sans traitement et mesurés par le temps mis à détecter les cibles lors de la simulation de la surveillance des abords d'un poste pendant 3 heures. Tiré de Johnson et Merullo, 2000.

D'autres études effectuées à l'USARIEM ont évalué les effets de la caféine sur les stagiaires SEAL de la marine américaine durant de longues périodes de stress opérationnel et de privation de sommeil[18], au cours d'une semaine d'entraînement extrêmement stressant, communément appelée la « semaine d'enfer ». Pendant cette semaine-là, les stagiaires subissent l'effet combiné d'agents stressants tels que la privation de sommeil presque totale, l'exposition au froid, des exercices physiques soutenus et souvent extrêmement intenses et le stress psychologique prolongé. Durant cette étude, on a administré aux stagiaires soit des doses de 100, 200 ou 300 mg de caféine, soit un placebo, après trois jours sans sommeil, puis on leur a fait passer divers tests cognitifs. La caféine a produit sur la vigilance visuelle, le temps de réaction décisionnelle et les acquisitions répétées (tests de connaissances et de mémoire) une amélioration proportionnelle à la dose administrée; au dire des sujets, elle a également réduit la fatigue et la somnolence, comme l'illustrent les tableaux 2 et 3. La caféine a eu le plus de répercussions une heure après son ingestion, mais ses effets sont restés considérables pendant huit heures. Cette étude montre que des doses moyennes de caféine ont un effet bénéfique incontestable sur le rendement cognitif, même dans les circonstances opérationnelles les plus défavorables.

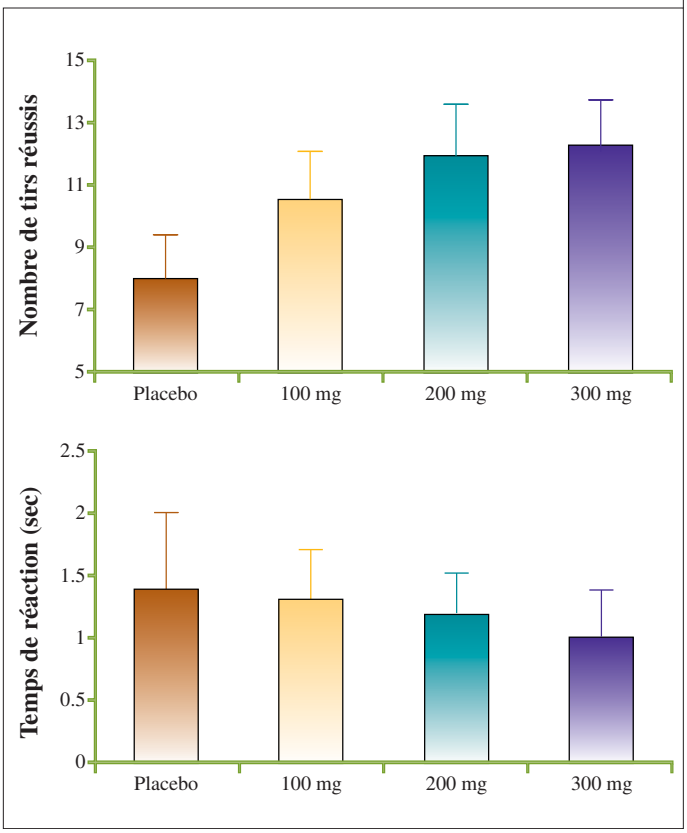

Tableau 2. Effet de la caféine (absorbée une heure avant les essais) sur le nombre de tirs réussis (maximum 20) et le temps de réaction lors d'une tâche de vigilance visuelle effectuée à la 73ème heure de la « semaine d'enfer ». Le rapport entre la dose et l'effet après l'absorption de 300 mg présente une différence importante avec le placebo. Tiré de Lieberman *et al.*, 2002.

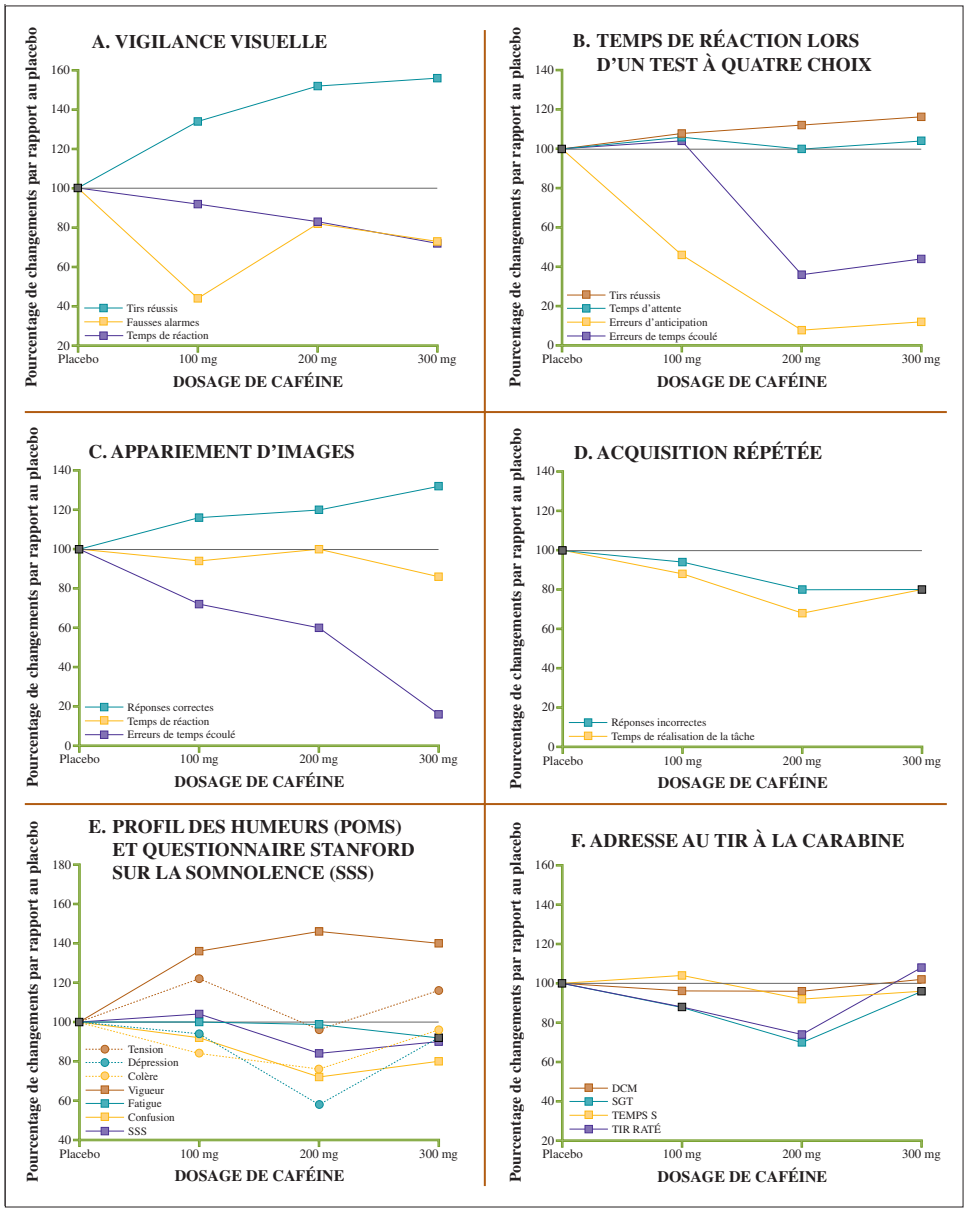

Tableau 3. Variation en pourcentage dans le rendement et le comportement en fonction des diverses doses de caféine comparativement au groupe placebo à la 73ème heure de la «semaine d'enfer». Les sujets avaient absorbé de la caféine une heure avant les essais. A. Variation en pourcentage par rapport au placebo dans les mesures de vigilance visuelle. B. Variation en pourcentage par rapport au placebo dans le temps de réaction visuelle lors d'un test à quatre choix. C. Variation en pourcentage par rapport au placebo dans un test d'appariement d'images mesurant la mémoire visuelle. D. Variation en pourcentage dans un test d'acquisition répétée mesurant l'apprentissage moteur et la mémoire. E. Variation en pourcentage par rapport au placebo dans deux tests d'auto-évaluation de l'humeur, le Profil des humeurs (POMS) et le Questionnaire Stanford sur la somnolence (SSS). F. Variation en pourcentage par rapport au placebo dans les tests d'adresse au tir à la carabine. Tiré de Lieberman *et al.*, 2002.

Une gomme à base de caféine a récemment été mise sur le marché. Des recherches menées aux États-Unis par le Walter Reed Army Institute of Research (WRAIR) ont établi que la caféine est ainsi absorbée plus rapidement que sous forme de comprimés[19]. Cette préparation particulière, qui pourrait servir comme plusieurs autres lors d'opérations militaires, est celle que nous utilisons actuellement dans le cadre du PCT. Selon une étude effectuée au WRAIR, il ressort que des doses de 200 mg de caféine administrées à 3 h, 5 h et 7 h préservent la fonction cognitive durant une nuit sans sommeil[20]. Les données de cette étude indiquent aussi que, si les doses sont administrées toutes les deux heures, le taux de caféine dans le sang demeure inchangé[21]. Une recherche non publiée effectuée ultérieurement au WRAIR a montré que la caféine était efficace, jusqu'à concurrence de 900 mg, lorsqu'elle était administrée toutes les deux heures en dose de 300 mg à 16 militaires privés d'une nuit de sommeil. Les sujets, qui consommaient peu (moins de 100 mg/jour) ou beaucoup de caféine (plus de 400 mg/jour), ont participé à quatre essais croisés à double insu, lors desquels on leur a administré des doses de 100, 200 ou 300 mg ou un placebo. Aucun d'eux n'a noté d'effets secondaires, quelle que soit la dose prise.

Selon certains, l'influence bénéfique de la caféine sur la fonction cognitive diminuerait au fur et à mesure que l'on s'habitue aux effets de la caféine. Toutefois, la plupart des études présentées précédemment ont porté sur des sujets qui consommaient régulièrement du café et auxquels on n'a pas demandé de cesser de le faire, sauf juste avant les essais. De plus, plusieurs recherches évaluant la consommation habituelle de caféine notent peu de changements, s'il en y en a, dans le rendement des sujets après l'administration de caféine, quelle que soit leur consommation habituelle de caféine[22, 23].

La consommation élevée de caféine comporte bien sûr des effets néfastes. L'administration de caféine peut causer de l'anxiété ou une perte d'équilibre, mais ces effets ne semblent se manifester qu'à des doses plus élevées que celles que l'on absorbe généralement en s'alimentant[24]. En outre, d'après les données enregistrées par le simulateur d'adresse au tir au cours de l'étude menée auprès des stagiaires SEAL, l'administration de caféine à dose modérée améliore effectivement la motricité fine et la dextérité manuelle[25]. Bien que l'adresse au tir des sujets privés de sommeil, c'est-à-dire les stagiaires, se soit améliorée après l'ingestion de caféine, une recherche récente conclut que celle des sujets reposés[26] ne s'améliore pas après l'ingestion de 300 mg de caféine. Il faut cependant souligner qu'elle ne s'amoindrit pas non plus. L'effet de la caféine sur l'adresse au tir est donc peut-être plus évident lors d'opérations prolongées où le manque de sommeil est inévitable. On sait par ailleurs que de fortes doses de caféine ou des formes de caféine à effet prolongé sont fortement susceptibles de nuire au sommeil[27]; il faut donc en tenir compte si l'on a recours à cette drogue lors d'opérations.

La neuroscience de la nutrition vient seulement de constituer une discipline de recherche scientifique distincte et bien définie. La caféine est considérée comme un additif nutritionnel aux États-Unis. Les scientifiques militaires américains ont mené un grand nombre d'études sur les effets cognitifs de divers nutriments, constituants et compléments alimentaires parce que, entre autres, les interventions en matière de nutrition sont moins controversées et ont un plus grand champ d'application que les drogues. En ce qui a trait à la caféine, un comité américain, le comité de recherche sur la nutrition militaire, a fait les plus grands progrès et en a recommandé l'emploi, car il s'agit du « produit par excellence pour pallier les déficits cognitifs[28] » lors d'opérations militaires.

LE RENDEMENT PHYSIQUE

Les ouvrages scientifiques font également état de nombreux rapports, résumés dans une recension récente, sur l'efficacité de la caféine en matière de rendement physique[29]. Les résultats sont ambigus et varient selon le type d'exercice utilisé pour évaluer les effets de cette drogue, la dose administrée et la consommation habituelle de caféine. Dans les tests où les sujets courent ou pédalent jusqu'à épuisement, on note des améliorations de l'ordre de 25 à 35 p. 100 par rapport au placebo[30-36]. Toutefois, ces études se déroulaient généralement dans un stade et mesuraient le rendement après absorption d'une seule dose de caféine[37-41] ou portaient sur un dosage répété pendant plusieurs heures lors d'une épreuve ou d'une série d'exercices prolongés[42,43]. Or les militaires sont appelés à fournir des efforts physiques à maintes reprises lors d'une ou de plusieurs journées d'opérations prolongées. Il faut donc examiner de nombreux facteurs avant de proposer des lignes directrices appropriées pour le recours à cette drogue dans un contexte opérationnel. Ainsi, il est indispensable de déterminer combien de temps durent les effets ergogéniques d'une seule dose de caféine afin de mettre au point des stratégies efficaces de redosage. Comme les opérations militaires sont sujettes à des retards ou à des annulations de dernière minute, il serait utile de connaître la durée des effets de la caféine pour planifier ou reporter les activités. Il est également important de déterminer si les stratégies de redosage doivent différer en fonction de la consommation habituelle et si ceux qui boivent régulièrement du café requièrent des doses plus élevées pour obtenir les mêmes bénéfices. La caféine agit, nous l'avons vu, par antagonisme des récepteurs de l'adénosine. La consommation régulière de café est liée à une régulation positive du nombre de ces récepteurs dans les tissus vasculaires et nerveux du cerveau[44,45]. On pourrait s'attendre à ce que la réaction des consommateurs de café à une dose de drogue diffère de celle des non-consommateurs, car certaines personnes sont plus sensibles que d'autres à la caféine[46]. Une troisième question est soulevée par l'étude récente de Graham *et al.*[47], qui conclut que le café ne produit pas le même effet ergogénique qu'une quantité équivalente de caféine anhydre. Comme beaucoup de militaires boivent du café, il faudra déterminer si la consommation de nombreuses tasses de café risque de réduire les avantages que présente la caféine anhydre sous forme de gomme ou de capsules.

Bell et McLellan[48] se sont penchés sur les deux premiers points en effectuant une étude sur 13 consommateurs de caféine et 8 non-consommateurs lors d'un exercice jusqu'à épuisement utilisant 80 p. 100 de leur capacité aérobique. Ils ont examiné les sujets une heure, trois heures et six heures après l'administration de capsules de 5 mg/kg de caféine anhydre. Le tableau 4 présente trois conclusions importantes de cette étude. D'abord, la caféine a amélioré le rendement des deux groupes lors des exercices. Ensuite, la plus grande amélioration s'est produite chez les non-consommateurs. Enfin, chez ces derniers, l'amélioration a duré plus longtemps, et les effets positifs se faisaient encore sentir six heures après l'ingestion de la drogue. Le taux de caféine dans le sang six heures après l'ingestion avait beaucoup diminué par rapport aux essais menés antérieurement, ce qui signifie qu'il existe un seuil de concentration en deçà duquel on ne peut observer d'incidence positive. De plus, les résultats indiquent que ce seuil de concentration est différent selon que l'on consomme cette substance ou non.

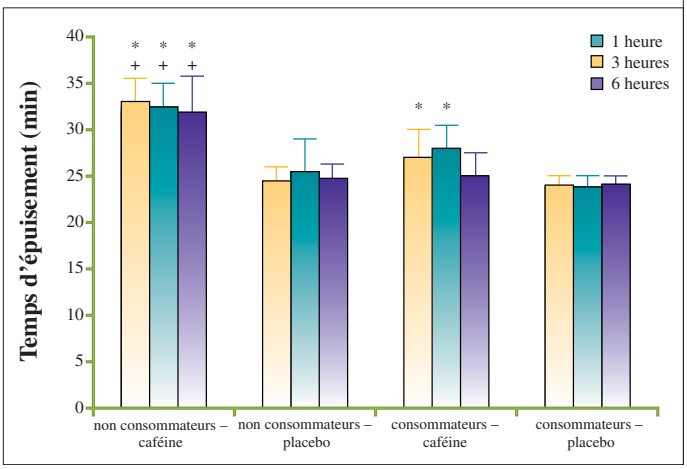

Tableau 4. Temps d'épuisement chez les consommateurs et les non consommateurs de caféine lors d'exercices à 80 p. 100 de leur capacité physique maximale. Mesures prises 1 heure, 3 heures et 6 heures après l'absorption de caféine. * Caféine > Placebo. + Non consommateurs > Consommateurs. Tiré de Bell et McLellan, 2002.

Les auteurs ont ensuite tenté de déterminer si l'endurance des consommateurs de caféine s'améliore de nouveau lorsqu'on ramène le taux de caféine dans le sang à des valeurs au-dessus du niveau seuil[49]. Les sujets se sont entraînés jusqu'à épuisement une fois le matin, puis cinq heures plus tard, dans l'après-midi. On leur a administré des capsules de caféine ou de placebo une heure avant chaque test. Lors de l'essai A, on leur a donné une dose de caféine de 5 mg/kg le matin et de 2,5 mg/kg l'après-midi; lors de l'essai B, des capsules de placebo ont été absorbées le matin et l'après-midi; l'essai C prévoyait une dose de 5 mg/kg le matin seulement; lors de l'essai D, une dose de 5 mg/kg a été administrée l'après-midi. Le tableau 5 montre les taux de caféine dans le sang. De toute évidence, les taux de l'essai A sont demeurés élevés le matin et l'après-midi, mais ceux de l'essai C, pour lequel on avait administré des capsules de placebo avant le deuxième test, ont diminué dans l'après-midi. Cependant, comme le montre le tableau 6, on n'a pas observé d'incidence différente sur le rendement reliée aux divers taux de caféine dans le sang. Selon les résultats de l'essai A, les effets ergogéniques de la drogue se sont maintenus lors des exercices d'épuisement répétés quand

les taux élevés de caféine dans le sang étaient semblables. En revanche, quand le taux était moins élevé avant le second test (essai C), cela ne réduisait pas l'effet ergogénique. Finalement, les données de l'essai D montrent que, lors d'une nouvelle séance d'exercices d'épuisement l'après-midi, l'effet ergogénique qu'engendre l'ingestion de caféine peut se produire à des taux moins élevés.

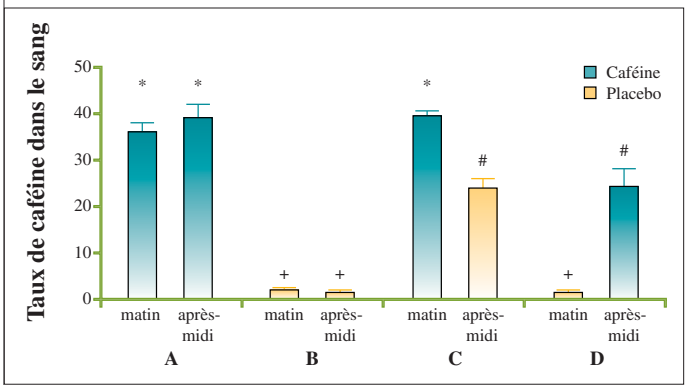

Tableau 5. Taux de caféine dans le sang après 10 minutes d'exercice jusqu'à épuisement à 80 p. 100 de la capacité physique maximale. Les symboles * + # indiquent des moyennes semblables. Tiré de Bell et McLellan, 2003.

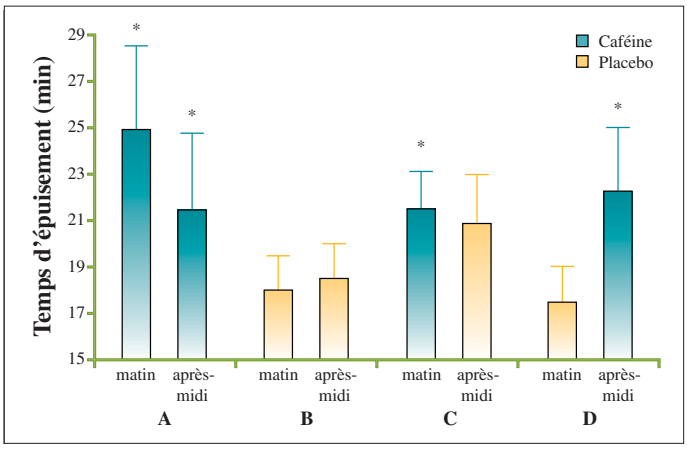

Tableau 6. Temps d'épuisement à 80 p. 100 de la capacité physique maximale. * Différence importante par rapport à B (matin et après-midi) et D (matin). Tiré de Bell et McLellan, 2003.

Quelle est la portée de ces résultats pour les militaires qui participent à des séances d'exercices répétés à différents moments de la journée? D'abord, faire des exercices d'épuisement pendant une période allant de 20 à 30 minutes le matin ne diminue pas l'endurance lors du même exercice cinq heures plus tard, l'après-midi. La planification des opérations militaires pourrait donc comporter des exercices d'épuisement répétés pourvu qu'ils soient entrecoupés par une période de récupération d'au moins cinq heures. Ensuite, pour maintenir la prolongation de 20 à 30 p. 100 du temps d'épuisement que permet l'ingestion d'une dose élevée de drogue le matin, il n'est pas nécessaire de prendre une dose moins élevée avant une autre séance d'exercices d'épuisement. En fait, cette dose supplémentaire a plutôt tendance à diminuer l'endurance. Nous émettons l'hypothèse que l'exercice initial modifie la sensibilité du sujet aux concentrations sanguines de caféine. Lors d'un autre exercice, l'effet ergogénique de la drogue se manifeste donc beaucoup plus longtemps que ce qu'indiquent les études portant sur une seule séance[50]. Nous ne savons pas combien de temps dure cette modification de la sensibilité ni si elle diffère selon qu'on consomme cette drogue ou non. Ce sont des questions qui demandent à être approfondies. En fonction de nos données antérieures[51], nous recommanderions quand même d'administrer une deuxième dose aux consommateurs de caféine, cinq heures après une dose initiale de 5 mg/kg, s'il n'y a pas eu d'exercice préalable.

Les travaux récents de Graham *et al.*[52] sur les effets du café comparés à ceux de la caféine anhydre ont soulevé un intérêt grandissant. Comme la plupart des consommateurs de caféine sont des buveurs de café, il est important d'établir si la consommation de café présente le même avantage ergogénique que l'ingestion de caféine anhydre sous forme de capsules ou de gomme à mâcher. Graham *et al.*[53] ont mesuré le temps requis pour arriver à l'épuisement lors d'une course utilisant 80 p. 100 de la capacité physique maximale. Après l'ingestion de caféine anhydre en capsules, ce temps s'était amélioré de 31 p. 100 par rapport à un placebo et de 23 p. 100 par rapport à l'ingestion de café décaféiné. Ils n'ont cependant pas observé d'amélioration si les taux de caféine dans le sang étaient comparables, que ce soit après l'ingestion de café ou de caféine anhydre dissoute dans du café décaféiné. Ces résultats indiquent qu'il existe un ou plusieurs composants, communs au café et au café décaféiné, qui agissent sur les récepteurs d'adénosine, modifiant leur sensibilité à la concentration sanguine de caféine et éliminant ainsi l'effet ergogénique.

La plupart des buveurs de café ne consomment pas l'équivalent de trois ou quatre tasses en une seule fois; ils boivent normalement plusieurs tasses dans la journée. Il serait donc plus pertinent de se demander si la consommation d'une tasse de café diminue ou améliore les effets ergogéniques qui surviennent après l'ingestion de caféine anhydre. La section Recherche et Développement pour la défense Canada à Toronto[54] a terminé récemment une étude sur cette question, qui mesure le temps d'épuisement lors d'un exercice utilisant 80 p. 100 de la capacité aérobique maximale. Les sujets ont été évalués une heure après avoir bu une tasse de café ordinaire ou décaféiné, puis après avoir pris diverses doses de caféine anhydre en capsules. Les résultats, qui figurent au tableau 7,

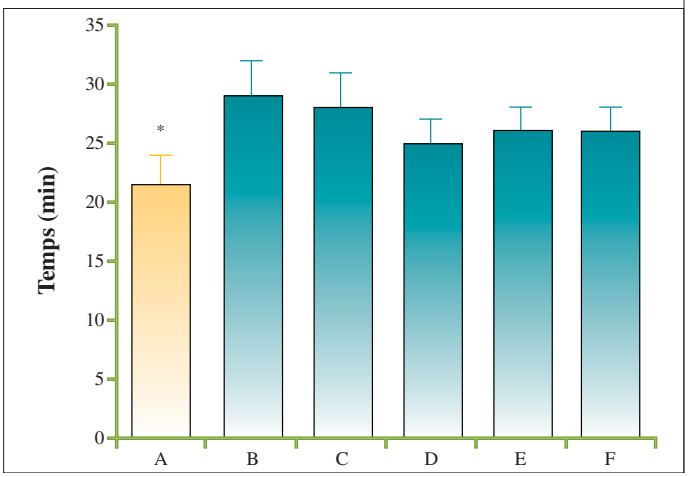

Tableau 7. Temps d'épuisement à 80 p. 100 de la capacité physique maximale après la consommation de café décaféiné (DECAF), de café ordinaire (CAF) ou d'eau colorée et de diverses doses de caféine anhydre (CAFA). * Différence importante par rapport à toutes les autres conditions. A = DECAF + Placebo, B = DECAF + CAFA (5 mg/kg), C = CAF + CAFA (5 mg/kg), D = CAF + CAFA (3 mg/kg), E = CAF + CAFA (7 mg/kg), F = eau colorée + CAFA (5 mg/kg). Tiré de Bell et McLellan, 2003.

montrent qu'une tasse de café décaféiné n'a aucune incidence (positive ou négative) sur l'effet ergogénique qu'engendre l'ingestion de 5 mg/kg de caféine anhydre en capsules. Il reste néanmoins à résoudre une question importante : le fait de boire de nombreuses tasses de café pendant plusieurs heures contrecarre-t-il l'effet de la caféine anhydre consommée avant d'effectuer un exercice d'épuisement?

LA COLLABORATION

Dans le cadre du PCT, un nouveau programme de recherche conjointe étudie le rôle que peut jouer la caféine dans l'amélioration du rendement cognitif et physique et de l'adresse au tir lors d'opérations soutenues. Les récents essais en laboratoire portaient sur la simulation d'une mission nocturne d'infanterie. Les soldats étaient privés de sommeil pendant 28 heures, de 7 h jusqu'à 11 h le lendemain. Le premier jour, à 22 h, ils ont effectué une marche forcée de deux heures, puis empilé des sacs de sable pendant 45 minutes afin de simuler la mise en place d'une position défensive. Le lendemain, entre 1 h et 5 h, on a évalué leur rendement cognitif dans diverses tâches. Entre 5 h et 7 h, on a évalué leur adresse au tir avec un simulateur d'armes légères. Entre 7 h et 8 h, les soldats ont dû fournir un effort physique simulant le mouvement des troupes jusqu'à un lieu d'évacuation. On a effectué des tests cognitifs supplémentaires durant les trois dernières heures. Les résultats préliminaires, qui ne sont pas encore publiés, montrent que la caféine a considérablement amélioré la capacité des soldats à surmonter les difficultés d'ordre cognitif et physique de leur mission nocturne ainsi que leur vigilance et leur adresse au tir.

Tableau 8. Exemple de gomme à la caféine pouvant servir à améliorer le rendement physique et cognitif.

Nous nous intéressons actuellement à l'administration de caféine sous forme de gomme à mâcher fabriquée aux États-Unis, qui permet l'assimilation rapide de la drogue dans le sang à partir des tissus vasculaires de la bouche. Chaque paquet contient cinq tablettes de 100 mg, comme le montre le tableau 8.

Les scientifiques de la défense au Canada et aux États-Unis ont recommandé l'usage de cette gomme pour l'amélioration du rendement cognitif et physique des militaires, qu'ils soient reposés ou qu'ils manquent de sommeil. Ces recommandations, qui sont présentées ci-dessous (tableau 9), figurent sur des cartes plastifiées pour que les commandants d'unité puissent les consulter facilement.

RECOMMANDATIONS POUR L'USAGE DE LA GOMME À LA CAFÉINE

Des études ont montré que, si l'on mâche une tablette ou deux pendant cinq minutes, le corps absorbe 85 p. 100 des 100 mg de caféine que contient chaque tablette.

1. ***Rendement mental :*** À l'état reposé, prendre d'abord une tablette; si nécessaire, en prendre plus pour maintenir la vigilance. En manque de sommeil, ne pas consommer plus de deux tablettes toutes les deux heures, pendant six heures au maximum.

2. ***Rendement physique :*** Avant l'activité, mâcher deux tablettes pendant cinq minutes et deux autres tout de suite après. Pour des tâches ultérieures ardues, prendre une tablette six heures plus tard.

3. ***Rendement physique puis mental :*** Prendre quatre tablettes avant la première tâche physique; si nécessaire, prendre une autre tablette pour maintenir le rendement cognitif après l'effort physique.

GOMME À LA CAFÉINE « STAY ALERT »

Pourquoi utiliser ce produit

- Assimilation plus rapide de la caféine
- Moins d'effets secondaires
- Utilisation facile

DEFENCE R&D DÉFENSE
RDDC Toronto

Mode d'emploi pour le rendement

(Mâcher pendant 5 minutes un maximum de 2 tablettes)

Mental :
- Reposé : 1 tablette si nécessaire
- Manquant de sommeil : 2 tablettes toutes les 2 h pendant 6 h

Physique :
- Reposé/manquant de sommeil : 3-4 tablettes d'abord et une autre 6 h plus tard

Physique et mental :
- comme pour le rendement physique; si nécessaire, prendre 1 autre tablette pour maintenir la vigilance

NE PAS PRENDRE CE PRODUIT EN CAS D'HYPERSENSIBILITÉ À LA CAFÉINE

Tableau 9. Recto et verso du mode d'emploi de la gomme à la caféine.

4. ***Rendement mental puis physique :*** À l'état reposé, mâcher en tout quatre tablettes dans les deux heures précédant la tâche. En manque de sommeil, comme on aura déjà pris plusieurs tablettes durant une période de quatre heures, il n'en faudra sans doute pas plus pour obtenir un rendement physique optimal.

« Des doses de 100 à 600 mg de caféine peuvent maintenir le rendement cognitif, surtout en cas de privation de sommeil. »

5. Les personnes qui boivent régulièrement du café devront peut-être augmenter légèrement la dose pour obtenir les mêmes effets bénéfiques.

6. Ne pas prendre plus de 10 tablettes en 24 heures.

RÉSUMÉ

La doctrine actuelle exige que les soldats maintiennent continuellement leur efficacité opérationnelle jour et nuit, pendant plusieurs jours. Or le manque de sommeil se répercute sur le rendement cognitif et physique. La caféine s'avère utile durant les opérations militaires, car elle améliore indéniablement le rendement des personnes reposées et celui des personnes qui manquent de sommeil. Elle a des effets secondaires minimes, et la communauté militaire tolère et accepte bien qu'elle soit utilisée comme drogue, selon le sens que la législation canadienne donne à ce terme.

L'utilisation de la caféine pour augmenter l'efficacité sur le plan militaire ne signifie pas qu'il faut simplement boire beaucoup de café. Il reste plusieurs questions importantes à étudier telles que : Quand faut-il prendre et reprendre de la caféine? Quel est le rapport entre la dose et l'effet chez ceux qui en consomment et ceux qui n'en consomment pas? Il faut également se pencher sur la persistance de l'acuité produite par un exercice antérieur, chercher à savoir si elle influence les effets qu'a la caféine sur le rendement cognitif et déterminer si la consommation de café pendant plusieurs heures diminue les effets de la caféine anhydre. Les réponses à ces questions nous permettront de mieux comprendre comment agit la caféine, ce qui ne peut qu'être bénéfique aux opérations militaires.

REMERCIEMENTS

Les personnes qui se sont volontairement prêtées aux tests ont donné leur consentement libre et éclairé. Cette recherche a été menée conformément aux directives AR 70-25 et USAMRDC Reg 70-25 sur l'utilisation de sujets humains en recherche et aux *Principes directeurs pour la recherche sur les animaux et les êtres humains.* La mention de marques de commerce ne signifie nullement l'acceptation de ces produits. Les opinions exprimées dans le présent article sont celles des auteurs et non des opinions officielles. Elles ne reflètent pas nécessairement celles du ministère de la Défense nationale, du département de l'Armée américaine ou du département de la Défense des États-Unis.

RMC

NOTES

1. G. Belenky, N. J. Wesensten, D. R. Thorne *et al.*, « Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: a sleep dose-response study », *J Sleep Res.*, numéro 12, 2003, p. 1-12.
2. *Ibid.*
3. *Ibid.*
4. M. J. Plyley, R. J. Shephard, G. M. Davis *et al.*, « Sleep deprivation and cardiorespiratory fitness », *Eur J Appl Physiol.*, numéro 56, 1987, p. 338-344.
5. J. D. Symons, T. Vanhelder et W. S. Myles, « Physical performance and physiological responses following 60 hours of sleep deprivation », *Med Sci Sports Exerc*., numéro 20, 1988, p. 374-380.
6. B. J. Martin, « Effect of sleep deprivation on tolerance of prolonged exercise », *Eur J Appl Physiol.*, numéro 47, 1981, p. 345-354.
7. C. D. Rodgers, D. H. Paterson, D. A. Cunningham *et al.*, « Sleep deprivation: effects on work capacity, self-paced walking, contractile properties and perceived exertion », *Sleep*, numéro 18, 1995, p. 30-38.
8. A. S. Rogers, K. A. Robertson et B. M. Stone, « The management of irregular work/rest schedules », *A Reference Guide for Commanders,* CG/WORKANDREST/v2.0/MAR2001, DERA Report No. DERA/CHS/PPD/CR010198, Defence Evaluation and Research Agency, Royaume-Uni, 2001.
9. B. B. Fredholm, K. Battig, J. Holmen *et al.*, « Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use », *Pharmacol Rev*., numéro 51, 1999, p. 83-133.
10. Committee on Military Nutrition Research, F.N.B., Institute of Medicine, *Caffeine for the Sustainment of Mental Task Performance: Formulations for Military Operations*, National Academy Press, Washington, DC, 2001, p. 1-157.
11. H. R. Lieberman, R. J. Wurtman, G. G. Emde *et al.*, « The effects of caffeine and aspirin on mood and performance », *J Clin Psychopharmacol.*, numéro 7, 1987, p. 315-320.
12. D. H. Penetar, U. McCann, D. Thorne *et al.*, « Effects of caffeine on cognitive performance mood and alertness in sleep-deprived humans », *Food Components to Enhance Performance*, National Academy Press, Washington, DC, 1994, p. 407-431.
13. C. A. Amendola, J. D. E. Gabrieli et H. R. Lieberman, « Caffeine's effect on performance and mood are independent of age and gender », *Nutritional Neuroscience*, numéro 1, 1998, p. 269-280.
14. G. H. Kamimori, C. S. Karyekar, R. Otterstetter *et al.*, « The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers », *Int J Pharm.*, numéro 234, 2002, p. 159-167.
15. H. R. Lieberman, W. J. Tharion, B. Shukitt-Hale *et al.*, « Effects of caffeine, sleep loss, and stress on cognitive performance and mood during U.S. Navy SEAL training », *Psychopharmacology (Berl)*, numéro 164, 2002, p. 250-261.
16. B. J. Fine, J. L. Kobrick, H. R. Lieberman *et al.*, « Effects of caffeine or diphenhydramine on visual vigilance », *Psychopharmacology (Berl)*, numéro 114, 1994, p. 233-238.
17. R. F. Johnson et D. J. Merullo, « Caffeine, gender, and sentry duty : effects of a mild stimulant on vigilance and marksmanship », *Pennington Center Nutrition Series Volume 10: Countermeasures for Battlefield Stressors*, K. Friedel, H. R. Lieberman, D. H. Ryan et G. A. Bray (éd.), Louisiana State University Press, Baton Rouge, 2000, p. 272-289.
18. Lieberman *et al.*, 2002, p. 250-261.
19. Kamimori *et al.*, 2002, p. 159-167.
20. G. H. Kamimori, D. Johnson, D. Thorne *et al.*, « Efficacy of multiple caffeine doses for maintenance of vigilance during early morning operations », *Sleep*, numéro 26, 2003, p. A196.
21. S. A. Syed, G. H. Kamimori, D. A. Johnson *et al.*, « Multiple dose pharmacokinetics of caffeine administered in chewing gum to normal healthy volunteers », *Int J Clin Pharmacol.*, 2003, soumis.
22. Fine *et al.*, 1994, p. 233-238.
23. H. J. Smit et P. J. Rogers, « Effects of low doses of caffeine on cognitive performance, mood, and thirst in low and high caffeine consumers », *Psychopharmacology*, numéro 152, 2000, p. 167-173.
24. A. Smith, « Effects of caffeine on human behaviour », *Food Chem Toxicol.*, numéro 40, 2002, p. 1243-1255.
25. W. J. Tharion, B. Shukitt-Hale et H. R. Lieberman, « Caffeine effects on marksmanship during high-stress military training with 72 hour sleep deprivation », *Aviat Space Environ Med.*, numéro 74, 2003, p. 309-314.
26. R. Gillingham, A. A. Keefe, J. Keillor *et al.*, « Effect of caffeine on target detection and rifle marksmanship », *Ergonomics*, sous presse.
27. Smith, 2002, p. 1243-55.
28. Committee on Military Nutrition Research, 2001, p. 1-157.
29. T. E. Graham, « Caffeine and exercise metabolism, endurance and performance », *Sports Med.*, numéro 31, 2001, p. 785-807.
30. G. R. Cox, B. Desbrow, P. G. Montgomery *et al.*, « Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance », *J Appl Physiol*., numéro 93, 2002, p. 990-999.
31. B. Falk, R. Burstein, I. Ashkenazi *et al.*, « The effect of caffeine ingestion on physical performance after prolonged exercise », *Eur J Appl Physiol.*, numéro 59, 1989, p. 168-173.
32. T. E. Graham et L. L. Spriet, « Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise », *J Appl Physiol.*, numéro 71, 1991, p. 2292-2298.
33. T. E. Graham et L. L. Spriet, « Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine », *J Appl Physiol.*, numéro 78, 1995, p. 867-874.
34. M. H. Van Soeren et T. E. Graham, « Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal », *J Appl Physiol.*, numéro 85, 1998, p. 1493-1501.
35. T. E. Graham, E. Hibbert et P. Sathasivam, « Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion », *J Appl Physiol.*, numéro 85, 1998, p. 883-889.
36. W. J. Pasman, M. A. van Baak, A. E. Jeukendrup *et al.*, « The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time », *Int J Sports Med.*, numéro 16, 1995, p. 225-230.
37. Graham et Spriet, 1991, p. 2292-2298.
38. Graham et Spriet, 1995, p. 867-874.
39. Van Soeren et Graham, 1998, p. 1493-1501.
40. Graham, Hibbert et Sathasivam, 1998, p. 883-889.
41. Pasman *et al.*, 1995, p. 225-230.
42. Cox *et al.*, 2002, p. 990-999.
43. Falk *et al.*, 1989, p. 168-173.
44. B. B. Fredholm, « Astra Award Lecture. Adenosine, adenosine receptors and the actions of caffeine », *Pharmacol Toxicol.*, numéro 76, 1995, p. 93-101.
45. Fredholm *et al.*, 1999, p. 83-133.
46. A. Nehlig, J. L. Daval et G. Debry, « Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects », *Brain Res Brain Res Rev*., numéro 17, 1992, p. 139-170.
47. Graham, Hibbert et Sathasivam, 1998, p. 883-889.
48. D. G. Bell et T. M. McLellan, « Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers », *J Appl Physiol.*, numéro 93, 2002, p. 1227-1234.
49. D. G. Bell et T. M. McLellan, « Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exercise endurance », *Med Sci Sports Exerc.*, numéro 35, 2003, p. 1348-1354.
50. Bell et McLellan, 2002, p. 1227-1234.
51. *Ibid.*
52. Graham, Hibbert et Sathasivam, 1998, p. 883-889.
53. *Ibid.*
54. D. G. Bell et T. M. McLellan, « Exercise performance after coffee and caffeine ingestion », *Med Sci Sports Exerc.*, 2003, soumis.